(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106837805 B
(45)授权公告日 2023.06.16

(21)申请号 201710207908.3
(22)申请日 2017.03.31
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106837805 A
(43)申请公布日 2017.06.13
(73)专利权人 武汉武泵泵业制造有限公司
地址 430050 湖北省武汉市汉阳区汉阳大道344号
(72)发明人 张怀明
(74)专利代理机构 武汉明正专利代理事务所(普通合伙) 42241
专利代理师 江沣
(51)Int.Cl.
F04D 1/00(2006.01)
F04D 29/44(2006.01)
F04D 29/24(2006.01)
F04D 29/66(2006.01)

审查员 孙倩

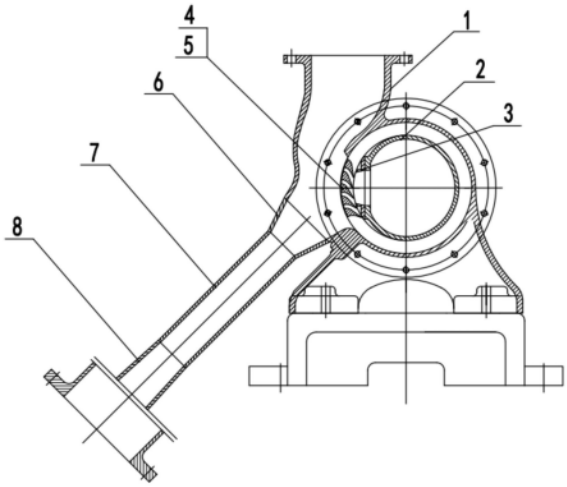
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种离心脉冲射流泵

(57)摘要

本发明公开了一种离心脉冲射流泵，包括吸入室、混合室和喉管，吸入室内安装有叶轮分配器、方形导叶和叶轮，叶轮分配器一侧开口，该开口与方形导叶的入口相连接，方形导叶的出口与叶轮的入口相对应，叶轮上安装多个叶片，相邻叶片之间形成喷嘴，叶轮通过叶轮轴与电机连接，由电机驱动叶轮高速旋转，将工作水经叶轮分配器、方形导叶和叶轮从喷嘴中形成非连续射流进入混合室内。本发明的离心脉冲射流泵综合了离心泵和脉冲射流泵的结构和优势，取消了二者中间转换、过渡环节，具有效率高、工作可靠、结构紧凑、操作简便、汽蚀性能良好、噪声低及成本低廉等优点。



CN 106837805 B

1.一种用于液液混合传送的离心脉冲射流泵，包括吸入室(1)、混合室(6)和喉管(7)，其特征在于，所述吸入室(1)内安装有叶轮分配器(2)、方形导叶(3)和叶轮(4)，所述叶轮分配器(2)一侧开口，该开口与所述方形导叶(3)的入口相连接，所述方形导叶(3)的出口与所述叶轮(4)的入口相对应，所述叶轮(4)上安装多个叶片(5)，相邻所述叶片(5)之间形成喷嘴；由电机驱动所述叶轮(4)高速旋转，将工作水经叶轮分配器(2)、方形导叶(3)和叶轮(4)从所述喷嘴中形成非连续射流进入所述混合室(6)内，所述吸入室(1)的入口为由下方进入，抽吸液体从下方吸入时，所述方形导叶(3)的中心线与水平面的夹角α为-10°。

2.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，从所述喷嘴中形成的非连续射流进入所述混合室(6)内的方向与所述混合室(6)的轴线平行或重合。

3.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述方形导叶(3)的进水口与出水口的面积之比为1:1-2，所述方形导叶(3)的进水口和/或出水口为锥形或流线形或由直段和锥段组成。

4.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述叶片(5)为直叶片，数量为15-35片。

5.根据权利要求4所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述叶片(5)的内弧和背弧均为流线型或均由直线段和弧段组成。

6.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述混合室(6)右侧的入口为椭圆形，与所述吸入室(1)的出口相连；所述混合室(6)左侧的出口为圆形。

7.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述混合室(6)的长度为所述混合室(6)出口直径的1-5倍。

8.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述喉管(7)为直管，其长度为其直径的4-12倍。

9.根据权利要求1所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述喉管(7)的出口处安装有扩散器(8)。

10.根据权利要求9所述的离心脉冲射流泵，其特征在于，所述混合室(6)、喉管(7)和扩散器(8)依次同轴连接或弯曲连接。

一种离心脉冲射流泵

技术领域

[0001] 本发明涉及一种射流泵，尤其涉及一种离心脉冲射流泵。

背景技术

[0002] 射流泵是一种利用射流的剪切和紊流扩散作用进行传质传能的流体机械和混合反应设备，没有转动部件，具有结构简单、工作可靠、造价低、运行和维护成本低，特别适合于污水、有毒、放射和易燃易爆等场合。射流泵的工作原理决定其效率较低，研究表明采用脉冲流体作为其工作动力能够有效提高射流泵效率，这种形式的射流泵称作脉冲射流泵。由于脉冲射流具有较大的惯性力，相当于提高了射流泵的工作压力，进而提高了抽水能力；脉冲射流泵吸水的方式有两种：一是流体之间的粘性作用；二是脉冲射流是不连续的，前后射流流束之间的间隙起到了一般容积式泵抽水的作用。因此，脉冲射流泵具有较好的抽水性能。

[0003] 当前，产生脉冲射流的主要形式是它激式和往复式。一、它激式脉冲射流是通过其他动力装置将射流周期性阻断，从而使流体间断的射出，如专利CN102906371A公开了一种脉冲水射流设备，其包括向喷嘴输送水的高压水泵和布置在喷嘴处或喷嘴附近的中断装置，该中断装置定期中断通过喷嘴的水流，由此产生脉冲水射流，但其在高速射流工况下，射流对中断装置的破坏很严重，且由于射流打在中断装置上做的是无用功，因而它激式脉冲射流的能量利用率很低；二、往复装置产生的脉冲射流的流量较小，要产生大流量脉冲射流时需要庞大的往复装置，如专利CN105478272A公开了一种无泵式高压脉冲水射流发生装置，其利用氧气和氢气的混合气体爆炸产生的能量推动活塞运动进而将腔室内的水挤压出去，活塞的往复运动产生脉冲射流，从而不需要提供高压泵就能产生有效的脉冲水射流，但其易出故障且维护成本很高，不利于推广应用。

[0004] 现有的射流泵工作时，需要将压力较高的工作水通过喷嘴转化为高速射流，而较高压力的工作水通常由离心泵来提供。申请人经不断地创新、研究发现，如果直接将离心泵内的高速旋转叶轮作为射流泵的喷嘴来使用，将能够取消离心泵和射流泵之间的转换、过渡环节，并产生脉冲射流效果，从而大幅提升工作效率。

[0005] 此外，专利CN103967810B公开了一种离心式真空泵，其属于液气脉冲射流泵，主要用于凝气设备工作过程中抽气，其由于气体的密度小，抽吸一定质量的气体的体积较大，因此为保证气体流速在合理范围内，其吸入室尺寸较大，由于气体体积大，为了能够充分混合气体和液体，扩散段的收缩段设计为成角度较小、长度较长的渐缩形式；同时，由于气液总的体积流量较大，扩散段的平直段管径也选取较大值，以减小阻力损失；该离心式真空泵以脉冲液体抽吸气汽混合物时，其中蒸汽遇到工作水会凝结，只剩下不凝结气体，并以气泡形式存在于气液混合物中，而不凝结气泡不会突然溃灭或消失，因此不会产生汽蚀问题。在实际使用过程中，发明人曾创造性的将该离心式真空泵用作液液脉冲射流泵，但当被抽吸液体进入吸入室的速度过高导致压力较低时，会蒸发形成蒸汽泡，由于蒸汽密度远远低于液体，同质量的蒸汽泡将占据几千倍甚至几万倍同质量液体的体积，蒸汽泡不仅占据吸入室

的空间导致抽吸流量小，还会在后续的流动中因为压力升高而急剧溃灭消失，造成严重汽蚀，严重影响泵的性能和安全运行。

[0006] 而本申请离心脉冲射流泵在吸入室的设计中，需要将被抽吸液体的速度控制在一定范围内，该范围与被抽吸液体的温度、压力和流量等参数以及射流泵的结构相关，从而保证被抽吸液体不会在吸入室以及后续的混合过程中发并生汽蚀；然而，由于叶轮甩出的工作液体速度很高，与被抽吸液体之间的速度差较大，会产生较大的混合损失，为了尽量降低二者速度差以降低混合损失，则需要尽量提升被抽吸液体的速度；因此，在吸入室的设计当中既要保证在吸入室的任何截面被抽吸液体都不发生汽蚀，又要尽量提升其速度，从而使得本申请的吸入室设计难度远远高于专利CN103967810B的离心式真空泵的吸入室，且难以实现。

发明内容

[0007] 本发明为解决现有技术中的上述问题，提出一种效率高、工作可靠、结构紧凑、造价和维护成本低的离心脉冲射流泵。

[0008] 为实现上述目的，本发明采用以下技术方案：

[0009] 本发明提供了一种离心脉冲射流泵，包括吸入室、混合室和喉管，所述吸入室内安装有叶轮分配器、方形导叶和叶轮，所述叶轮分配器一侧开口，该开口与所述方形导叶的入口相连接，所述方形导叶的出口与所述叶轮的入口相对应，所述叶轮上安装多个叶片，相邻所述叶片之间形成喷嘴，由电机驱动所述叶轮高速旋转，将工作水经叶轮分配器、方形导叶和叶轮从所述喷嘴中形成非连续射流进入所述混合室内。

[0010] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，从所述喷嘴中形成的非连续射流进入所述混合室的方向与所述混合室的轴线平行或重合。

[0011] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述方形导叶的进水口与出水口面积之比为1:1-2，所述方形导叶的进水口和/或出水口为锥形或流线形或由直段和锥段组成。

[0012] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述叶轮的进水口面积大，而叶轮的出水口面积小。

[0013] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述叶片为直叶片，数量为15-35片。

[0014] 进一步优选地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述叶片的内弧和背弧均为流线型或均由直线段和弧段组成。

[0015] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述混合室右侧的入口为椭圆形，与所述吸入室的出口相连；所述混合室左侧的出口为圆形。

[0016] 进一步优选地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述混合室的长度为所述混合室出口直径的1-5倍。

[0017] 进一步地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述喉管为直管，长度为其直径的4-12倍。

[0018] 进一步优选地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述喉管的出口处安装有扩散器。

[0019] 更进一步优选地，在所述的离心脉冲射流泵上，所述混合室、喉管和扩散器依次同轴连接或弯曲连接。

[0020] 本发明采用上述技术方案，与现有技术相比，具有如下技术效果：

[0021] 本发明的离心脉冲射流泵，通过将离心泵内的高速旋转叶轮作为射流泵的喷嘴来使用，综合了离心泵和脉冲射流泵的结构和优势，并取消了中间转换、过渡环节，因此具有工作效率高、工作可靠、汽蚀性能良好、震动小、噪声低及成本低廉等优点，效率比现有采用真空泵提供高压工作水的射流泵高20-35％，造价相当于两者的1/3，节能减材，生产效率高；而且设计先进，结构紧凑，操作简单，拆装方便，便于维护，性能价格比高，有利于推广运用。

附图说明

[0022] 图1为本发明一种离心脉冲射流泵的结构主视图；

[0023] 图2为本发明一种离心脉冲射流泵中叶轮和导叶的装配示意图；

[0024] 图3为本发明一种离心脉冲射流泵中导叶的结构示意图；

[0025] 图4为本发明一种离心脉冲射流泵中叶轮的结构示意图。

[0026] 其中，1-吸入室，2-叶轮分配器，3-方形导叶，4-叶轮，5-叶片，6-混合室，7-喉管，8-扩散器。

具体实施方式

[0027] 本发明的离心脉冲射流泵的主要技术方案是创造性的将现有液气离心真空泵用于液体抽吸液体，并对现有离心真空泵的结构进行优化改造，使得本发明改造后的离心脉冲射流泵能够取代离心泵和脉冲射流泵组合使用的工作方式，提高工作效率。相比背景技术所述的离心真空泵，本发明的离心脉冲射流泵的吸入室更为紧凑，相比离心式真空泵的吸入室缩小三分之一至二分之一，由于液体密度大，抽吸一定质量的液体的体积较小；由于所抽吸的液体体积小，所需混合长度较小，因此本发明极大缩短甚至取消扩散段的收缩段；由于总的体积流量较小，因此扩散段的平直段管径较小。

[0028] 此外，由于制造和设计尺寸之间存在偏差，装配过程中也存在偏差，因此两种产品的方形导叶安装角和叶轮的进流角都需要进行调节；由于液液混合和液气混合之间的形式差异，使得两种泵的方形导叶安装角和叶轮的进流角也不同，同时，叶轮最佳旋转速度和叶片个数也不同，因此，为使得本发明的离心脉冲射流泵能够完全使用并提高液液混合传送效率，必须结合泵体的创新优化结构对吸入室、叶轮和方形导叶进行调整，作为本发明的一个优选技术方案，将吸入室入口由上方对称地改为由下方进入，即被抽吸液体从下方吸入，可有效降低汽蚀，提高泵的性能和安全运行。

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白，以下结合具体实施例，并参照附图，对本发明进一步详细说明。

[0030] 如图1-2所示，本发明实施例提供了一种离心脉冲射流泵，其包括吸入室1、混合室6和喉管7，吸入室1内安装有叶轮分配器2、方形导叶3和叶轮4，叶轮分配器2一侧开口，该开口与方形导叶3的入口相连接，方形导叶3的出口与叶轮4的入口相对应，且导叶3的出口与叶轮4的入口二者之间留有一定间隙，以保证叶轮旋转不受干扰；叶轮4上安装多个叶片5，相邻叶片5之间形成喷嘴，此外，叶轮4环心一端由一圆形孔板封闭，另一端敞开，叶轮分配器2和方形导叶3依次通过叶轮4的敞开口放入，电机转动轴与圆形孔板连接，而叶轮分配器2和方形导叶3固定在泵体上，由电机驱动叶轮4高速旋转，将工作水经叶轮分配器2、方形导

叶3和叶轮4从喷嘴中形成非连续射流进入混合室6内。

[0031] 具体地，工作水依次流经叶轮分配器2和方形导叶3，进入高速旋转的叶轮4，经一定角度和速度从叶片5间隙构成的喷嘴中甩出，并与从吸水管进来的被抽吸水在混合室6内混合，最终在喉管7出口流出。由于叶片5间隙所构成的喷嘴之间有一定间距，因此当叶轮4旋转时，造成不连续射流，从而形成脉冲射流，从喷嘴中形成非连续射流进入混合室6内的工作水的大小和方向是叶轮4圆周速度和径向速度的合成速度。叶轮4出水口工作水的水流方向与轮分配器2的角度、工作流量三因素有关，调整轮分配器2的角度的目的是从叶轮4出水口射出的高速脉冲射流工作水以撞击损失最小的方式进入混合室6内。

[0032] 于上述技术方案的技术上，在本实施例的离心脉冲射流泵上，工作水从喷嘴高速甩出时，其形成的非连续射流速度大小和进入混合室6的角度与叶轮4的转速和叶片5之间的流道形状相关，为使离心脉冲射流泵的效率最大化，应使工作水进入混合室6的方向与混合室6的轴线平行或重合，即工作水从与喷嘴中甩出的方向与混合室6的轴线平行或重合，可通过调节进水量、叶轮5的转速、方形导叶3的角度来实现，以提高工作效率。

[0033] 于上述技术方案的技术上，在本实施例的离心脉冲射流泵上，如图2所示为方形导叶3和叶轮4的装配图，装配时方形导叶3的中心线与水平面的夹角α在±10°范围内，优选为±3°范围内(其中顺时针转动为正值，逆时针转动为负值)，以保证弯刀型叶轮4的进流角在±10°范围内，减小叶轮4前缘位置的工作水流损失，同时方形导叶3的出口与叶轮4的入口相对应，且导叶3的出口与叶轮4的入口二者之间留有一定间隙，以保证叶轮旋转不受干扰，从而保证射流泵有最大射流量；作为本发明的一个优选地实施例，当抽吸液体从下方吸入时，方形导叶3的中心线与水平面的夹角α为-10°。

[0034] 于上述技术方案的技术上，在本实施例的离心脉冲射流泵上，如图3所示为方形导叶3的结构示意图，方形导叶3为方形可以保证由于叶轮4作用流过的工作水的流速，也易于加工生产；方形导叶3的进水口与出水口面积之比为1:1-2，优选地方形导叶3的进水口与出水口面积之比为1:1.6-2，方形导叶3的进水口和/或出水口由直段和/或锥段组成，或将方形导叶3的进水口和/或出水口加工为锥形或流线形。优选地，采用方形导叶3进水口宽度h1为95mm，出水口宽度h2为85mm，由直段和锥段两部分组成。

[0035] 于上述技术方案的技术上，在本实施例的离心脉冲射流泵上，叶轮4的进水口面积大，出水口面积小，在相同水压的作用下，面积相对较小的出水口的流速相对较快，工作水在叶片5之间的喷嘴内加速，提高喷嘴处工作水的流速。

[0036] 于上述技术方案的技术上，在本实施例的离心脉冲射流泵上，叶片5为直叶片，为达到较高效率应取15-35片，优选的可根据脉冲频率调整叶片数量，如为降低工作水喷射的脉冲频率将叶片5的数量设置为10-15片，或为了增大工作水喷射的脉冲频率将叶片5的数量设置为25-35片。更优选地，本申请发明人创造性的研究发现，采用方形导叶3进水口宽度h1为72mm，出水口宽度h2为95mm，由直段和锥段两部分组成，能够提高液液混合传送效率，同时将吸入室入口由上方对称地改为由下方进入，能够有效降低汽蚀，提高泵的性能和安全运行。

[0037] 此外，叶片5的内弧和背弧均由直线段和弧段组成，或加工成锥形或流线形。本发明的离心脉冲射流泵的吸入室更为紧凑，相比离心式真空泵的吸入室缩小三分之一至二分之一，优选地，如图4所示叶轮4和叶片5的结构，叶片5进水边宽度b1为0.8mm，出水边弧长度

为22.35mm;叶片5内弧由直线段和弧段组成,直线段与水平面的夹角α为30-45°,弧段半径R1为18.3mm;叶片5背弧由直线段和弧段组成,直线段与水平面的夹角β为75.6°,弧段半径R2为11.9mm。这样,水在叶片5之间形成槽道式喷嘴具有加速作用,非连续射流工作水射入混合室6的大小和方向是叶轮4的圆周速度和径向速度的合成速度,本发明测试中方形导叶3的中心线与混合室6的轴线平行或重合,叶片5数目为24片,运转后水流径向速度约为18m/s,圆周速度为32m/s,最终水流的合成速度约为45m/s,使得射流泵有较高的射水速度。

[0038] 于上述技术方案的技术上,在本实施例的离心脉冲射流泵上,混合室6右侧的入口为椭圆形,与吸入室1的出口相连;混合室6左侧的出口为圆形;混合室6的长度为混合室6出口直径的1-5倍,优选地,混合室6的长度为混合室6出口直径的3-4.5倍,用于使工作水和被抽吸水在混合室6内充分混合均匀,并减小混合水在混合室6内的压力损失;更为优选地,混合室6右侧的入口为椭圆形,与吸入室1的出口相连;混合室6左侧的出口同样为椭圆形,相应的喉管7也为椭圆形管道。

[0039] 于上述技术方案的技术上,在本实施例的离心脉冲射流泵上,喉管7的出口处安装有扩散器8,也可不安装使用扩散器8,直接将喉管7的出口作为离心脉冲射流泵的出口,但会降低抽吸流量和效率。同时,扩散器8也可加工成流线形以进一步降低压力损失。

[0040] 于上述技术方案的技术上,在本实施例的离心脉冲射流泵上,喉管7为直管,长度为其直径的4-12倍,优选为4.5-12倍,更优选地为9-12倍,用于使工作水和被抽吸水在进入扩散器8前混合均匀,均匀的入口速度能够减小混合水在扩散器8内的压力损失。

[0041] 于上述技术方案的技术上,在本实施例的离心脉冲射流泵上,扩散器8为锥形管,扩散角度以7～12°为宜,较小的扩散角度将使得扩散器8较长,产生较大摩擦损失,也占用较大空间,而较大的扩散角度可能导致压力梯度过大,导致壁面分离,造成回流和压力损失。

[0042] 于上述技术方案的技术上,在本实施例的离心脉冲射流泵上,混合室6、喉管7、扩散器8依次连接,可以设置为同轴连接,也可以设置为弯曲连接。作为一个优选的技术方案,混合室6、喉管7和扩散器8采用通轴线连接,并且该轴线与水平线的夹角可活动调节,同时叶轮分配器2和方形导叶3的安装角度应相应调整。

[0043] 本发明离心脉冲射流泵的工作原理为:在电机启动前,混合室6内空间未形成真空状态,吸入水无法利用大气压的压力差进入混合室6内,离心脉冲射流泵也无法正常工作;当电机启动时,电机通过转轴带动叶轮4高速旋转,使得工作水依次流经叶轮分配器2和方形导叶3进入高速旋转的叶轮4内,经一定角度和速度从叶片5之间间隙构成的喷嘴中甩出,由于叶片5间隙所构成的喷嘴之间有一定间距,因此当叶轮4高速旋转时,从喷嘴喷出的工作水造成不连续射流,形成具有较高流速的脉冲射流,此时在喉管7入口处因周围的空气被脉冲射流卷走而形成真空,被输送的吸入水流体即被从吸水管吸入,两股流体在混合室6中混合并进行动量交换,使被输送流体的动能增加,最后通过扩散器8将大部分动能转换为压力能,保证离心脉冲射流泵顺利工作,发挥作用。

[0044] 综上所述,本发明的离心脉冲射流泵,通过在现有射流泵的喷嘴处安装叶轮作为射流泵的喷嘴来使用,综合了离心泵和脉冲射流泵的结构和优势,取消了二者中间转换、过渡环节,具有效率高、工作可靠、结构紧凑、操作简便、汽蚀性能良好、噪声低及成本低廉等优点,比现有采用真空泵提供高压工作水的射流泵工作效率提高20-35%,造价相当于两者

的1/3，节能减材，生产效率高；比直接采用背景技术中离心真空泵用于液液混合，解决了严重汽蚀的问题，提高了泵的运行稳定性和使用寿命。

[0045] 以上对本发明的具体实施例进行了详细描述，但其只是作为范例，本发明并不限制于以上描述的具体实施例。对于本领域技术人员而言，任何对本发明进行的等同修改和替代也都在本发明的范畴之中。因此，在不脱离本发明的精神和范围下所作的均等变换和修改，都应涵盖在本发明的范围内。

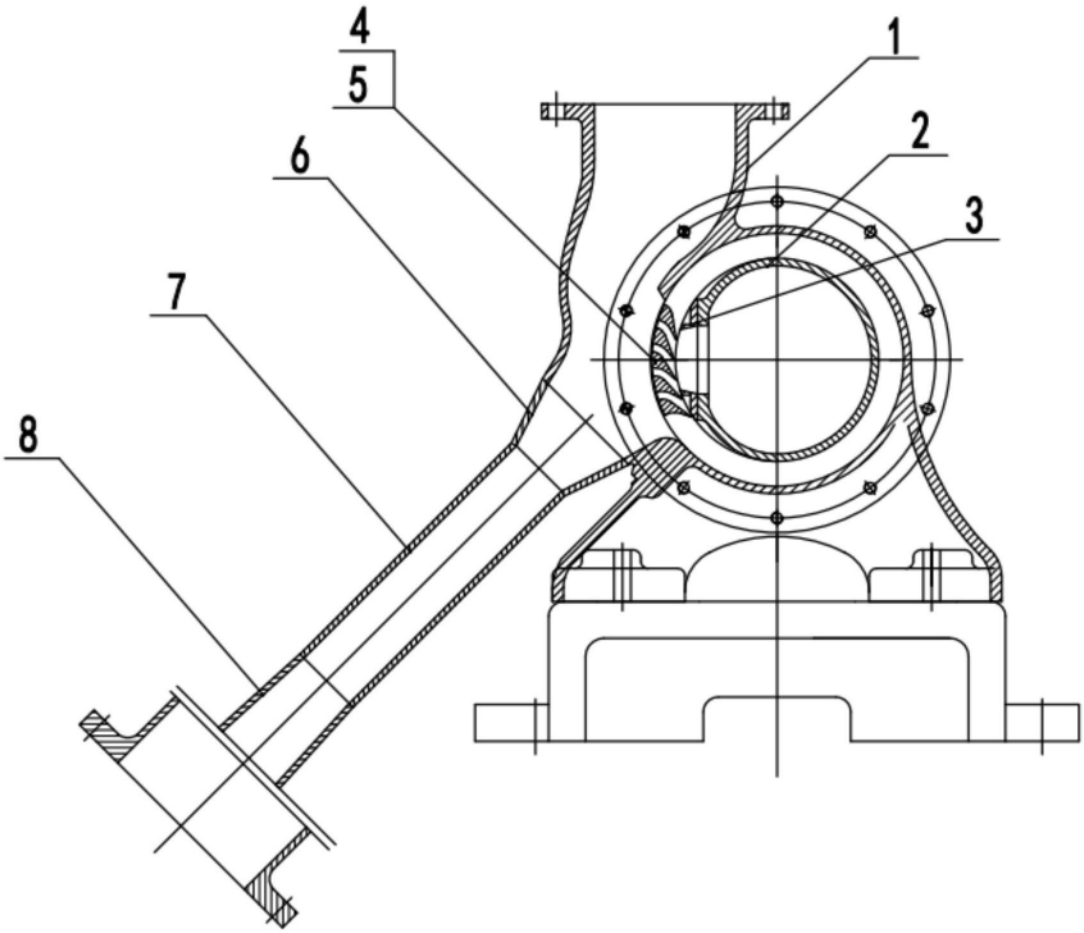


图1

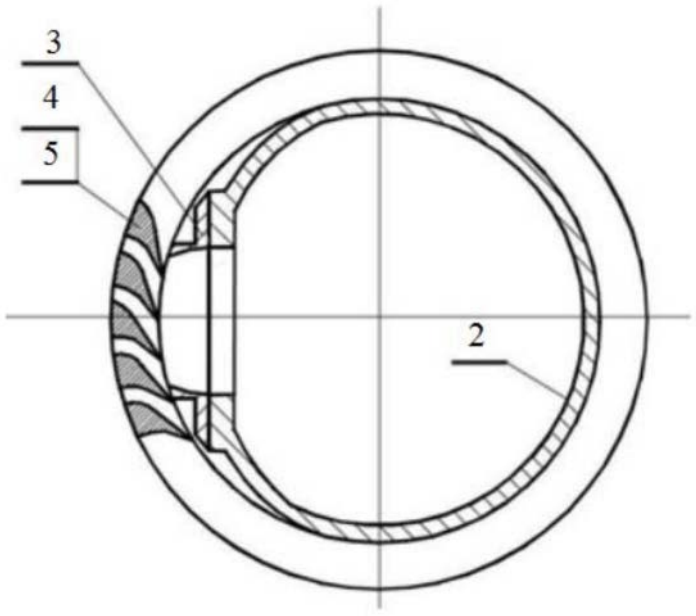


图2

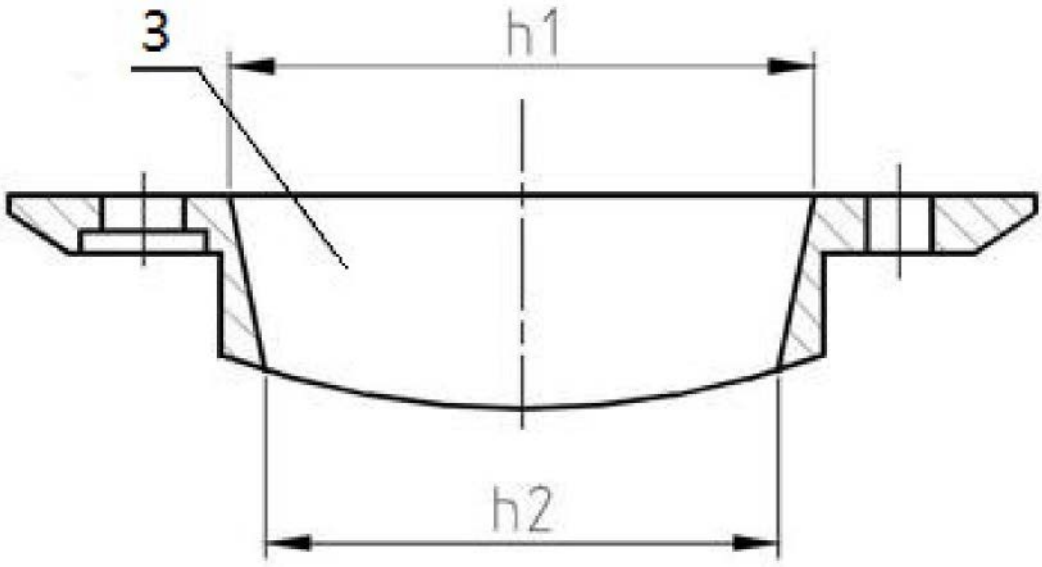


图3

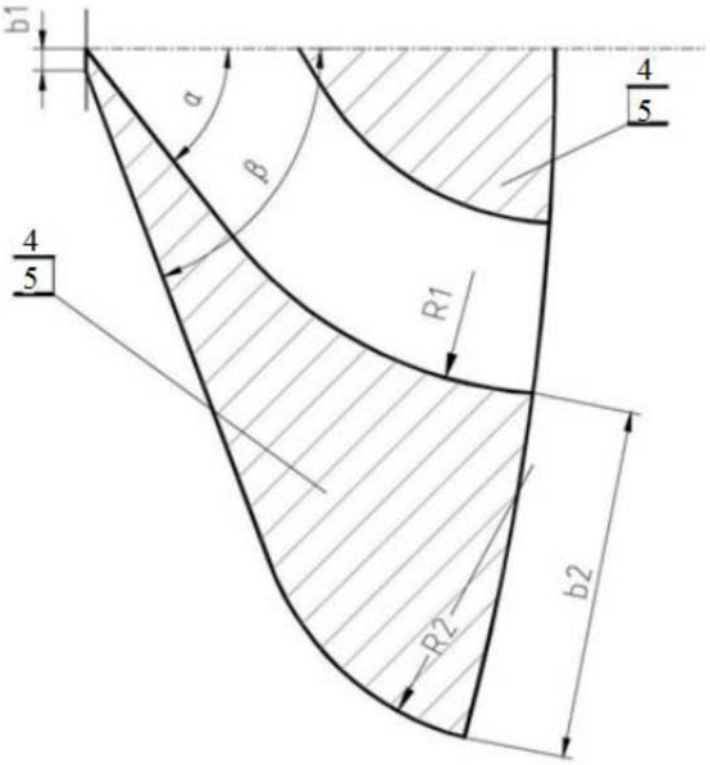


图4